



*Métodos de fermentación en el cacao ccn-51 con norma inen 176 en la parroquia Guasaganda*

*Fermentation methods in cocoa ccn-51 with norm inen 176 in the parish Guasaganda*

*Métodos de fermentação em cacau ccn-51 com norma inen 176 na freguesia Guasaganda*

Marjorie Gissela Casco Toapanta <sup>I</sup>  
[marjorie.casco7525@utc.edu.ec](mailto:marjorie.casco7525@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-9868-9023>

Génesis Karelys Murillo Pilay <sup>II</sup>  
[310716gkmp@gmail.com](mailto:310716gkmp@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0003-8266-7991>

Galo Tarquino Soria Paula <sup>III</sup>  
[gasuwido@gmail.com](mailto:gasuwido@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0000-0559-3827>

Homero Alberto Murillo Cano <sup>IV</sup>  
[ing.murillocano@hotmail.com](mailto:ing.murillocano@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0000-5636-651X>

**Correspondencia:** [aibarra@uagraria.edu.ec](mailto:aibarra@uagraria.edu.ec)

Ciencias Técnica y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de abril de 2023 \* **Aceptado:** 12 de mayo de 2023 \* **Publicado:** 09 de junio de 2023

- I. Magíster en Agroindustrias con Mención en Calidad y Seguridad Alimentaria, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Agroindustria, La Maná, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Ingeniera Agrónoma, La Maná, Ecuador.
- III. Ingeniero Agrónomo, Administrador de la Asociación de Producción Agrícola de Cacao Nacional La Maná “ASOPROCANAM”, Ecuador.
- IV. Ingeniero Agrónomo, Asesor Técnico Particular, Ecuador.



## Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar tres métodos de fermentación del cacao CCN-51 en base a la Norma INEN 176, a fin de determinar el mejor método y tiempo de remoción de los precursores del aroma y sabor característicos del chocolate; pues actualmente el Centro Experimental Pichilingue (INIAP) no ha definido un método de fermentación ideal. Para ello, se aplicó un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B con un testigo absoluto. El factor A consideró nueve tratamientos de combinación (tres tipos de fermentador) y factor B (tres tiempos de remoción), donde se evaluaron las variables mediante la norma INEN 176. Se utilizó el software Infostat Estudiantil versión 2020, que permitió el análisis de varianza, con una separación de medias con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), determinando que el mejor fermentador fue, el de tipo escalera con tiempos de remoción de 24 y 36 horas; mientras que, el mejor tiempo de remoción fue, el efecto simple por cada factor con 36 horas con 82,22% de fermentación del grano. Finalmente, para la rentabilidad, el mejor tratamiento fue el fermentador tipo trapezoidal con 36 horas de remoción.

**Palabras Clave:** Método; fermentación; tiempo; INEN 176; cacao.

## Abstract

The objective of the present investigation was to evaluate three methods of fermentation of cocoa CCN-51 based on the INEN 176 Standard, in order to determine the best method and removal time of the aroma and flavor precursors characteristic of chocolate; because currently the Pichilingue Experimental Center (INIAP) has not defined an ideal fermentation method. For this, a Complete Random Design (DCA) was applied with an A x B factorial arrangement with an absolute control. Factor A considered nine combination treatments (three types of fermenter) and factor B (three removal times), where the variables were evaluated using the INEN 176 standard. Infostat Estudiantil version 2020 software was used, which allowed analysis of variance. , with a separation of means with the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ), determining that the best fermenter was the ladder type with removal times of 24 and 36 hours; while the best removal time was the simple effect for each factor with 36 hours with 82.22% fermentation of the grain. Finally, for profitability, the best treatment was the trapezoidal type fermenter with 36 hours of removal.

**Keywords:** Method; fermentation; time; INEN 176; cocoa.

## Resumo

O objetivo da presente investigação foi avaliar três métodos de fermentação do cacau CCN-51 com base na Norma INEN 176, a fim de determinar o melhor método e tempo de remoção dos precursores de aroma e sabor característicos do chocolate; porque atualmente o Centro Experimental de Pichilingue (INIAP) não definiu um método de fermentação ideal. Para isso, foi aplicado um Delineamento Aleatório Completo (DCA) com arranjo fatorial A x B com controle absoluto. O fator A considerou nove tratamentos combinados (três tipos de fermentador) e o fator B (três tempos de retirada), onde as variáveis foram avaliadas utilizando o padrão INEN 176. Foi utilizado o software Infostat Estudiantil versão 2020, que permitiu análise de variância, com separação de médias com o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), determinando que o melhor fermentador foi o tipo escada com tempos de retirada de 24 e 36 horas; enquanto o melhor tempo de remoção foi o efeito simples para cada fator com 36 horas com 82,22% de fermentação do grão. Por fim, para rentabilidade, o melhor tratamento foi o fermentador tipo trapezoidal com 36 horas de retirada.

**Palavras-chave:** Método; fermentação; tempo; INEN 176; cacau.

## Introducción

El cultivo de cacao representa uno de los principal sustento para los pequeños agricultores a nivel mundial en áreas rurales tropicales de África, Asia y Centro y Sudamérica (Portilla, 2020). El cacao es la materia prima para la fabricación de una gran variedad de chocolates; y su sabor y calidad dependen del procesos de fermentación y secado, pues son primordiales para la obtención de granos secos de gran calidad, que le permite tener buenas propiedades organolépticas; es decir color, aroma y sabor (Peñaherrera, 2021). Por ello la fermentación es uno de los pasos complejos en la post cosecha del cacao, ya que de ello deriva la calidad en aroma y sabor.

La fermentación del cacao es un proceso microbiológico espontaneo, que trabaja en el cotiledón y en el exterior de la semilla. La etapa de mayor importancia del cacao es la fermentación, pues se producen cambios bioquímicos en el descenso del amargor y la astringencia, dando origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate (Ortiz et al., 2009).

Penagos (2020) indica, que el propósito de la fermentación del cacao consiste en la descomposición y quitado de la pulpa, que ayudará para que los granos de cacao se sequen y almacenen; provocando la muerte y filtración del ácido acético del embrión para impedir la germinación de la semilla y facilitar su conservación.

Cadby (2019) indica que los métodos y tendencias de fermentación del cacao pueden variar, según las tendencias regionales y la disponibilidad de recursos; para ello se debe considerar sobre el tipo y el tamaño del fermentador, cantidad de días de fermentación, frecuencia de volteo, pre acondicionamiento y preservación de la pulpa previa a la fermentación.

El método trapezoidal se ha convertido en una opción innovadora en el aumento del porcentaje de fermentación del cacao, ya que el equipo con su figura trapezoidal permite una mezcla completa y uniforme, reduciendo el tiempo entre 18% y 20%. Su tambor hexagonal giratorio permite procesar grandes volúmenes de recolección concentrada. Se puede controlar manualmente, y con puede funcionar de manera automatizada (Bastidas, 2022).

Lutheran World Relief (2013) indica que el proceso de fermentación ocurre entre 6 a 8 días, donde es necesario mantener vivos los microbios que causan la fermentación, teniendo en cuenta que cuando se pierde el calor, significa que los microbios murieron. Además, se debe identificar el tipo de semilla, ya que el tiempo de fermentación puede varía; por ejemplo: el cacao tipo criollo tarda entre 3 a 4 días, y el tipo forastero de 6 a 8 días.

Teneda (2016) indica que el procedimiento de remoción tiene efectos directos en el enfriamiento, aumento de la ventilación, liberación de CO<sub>2</sub>, y en la actividad de las bacterias acéticas, a fin de asegurar un nivel uniforme de fermentación. La remoción debe realizarse 48 horas del inicio de la fermentación y luego cada 24 horas durante los 2 o 3 días restantes y siempre a la misma hora.

Homem et al. (2017). Indican que el pH del cacao es una característica de calidad, que define el exceso de acidez en los granos fermentados. Cuando el pH tiene valores entre 4,0 y 5,0 contienen demasiada acidez, por lo que tendrán mal sabor y exceso de ácido láctico. Los valores de pH óptimo para considerar un cacao de calidad son de entre 5,0 y 5,4; mientras que los valores de 5,0 contienen la presencia de ácidos volátiles indeseables que inciden en el desarrollo de aromas y sabores de cacao

Peñaherrera (2021) analizó diferentes métodos de fermentación y secado del *Theobroma cacao*, Nacional y CCN 5, junto con las propiedades físicas, químicas y organolépticas. Indica que la mejor opción es el fermentador fue el de acero inoxidable y aluminio, que alcanzó un 95% de fermentación; mientras que, el más bajo fue la fermentación en sacos con un 70%. Menciona que si el manejo pos cosecha es eficiente, los granos de cacao adquieren sabores y aromas agradables, mejorando significativamente el índice de grano con una media de 1,26g. En cuanto a humedad

indica que, en varias investigaciones, se han obtenido una humedad con el rango entre 6,20 y 7,58%.

Quevedo et al. (2018) compararon la eficiencia de 5 tratamientos (Sacos de yute, rotor de madera, montón, caja de madera y balde plástico) para la fermentación del cacao utilizados por los pequeños productores cacaoteros de la Provincia de El Oro, los cuales fueron evaluados mediante un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El análisis de las variables físicas, químicas y sensoriales, revelaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. El fermentador con rotor de madera obtuvo un 92% de calidad física, Campoverde & Zambrano (2019) indica que utilizando la metodología de enfoque por procesos para la optimización de la fermentación y secado de cacao (*Theobroma cacao*) en la variedad CCN 51, varían los días para producir todos los fenómenos que intervienen en la fermentación, considerando diferentes factores como la genética de la planta, método y cantidad a fermentar, por ejemplo el tipo trinitario requiere de 5 a 6 días, el CCN 51 de 6 a 7 días y el criollo de 3 a 4 días. Indica que un buen rendimiento de secado es un rasgo característico de las semillas con humedad entre 7 a 8%.

### Metodología

La investigación fue realizada en el centro de acopio de la Asociación de Producción Agrícola de Cacao Nacional La Maná (ASOPROCANAM) ubicada en el recinto El Copal, de la parroquia Guasaganda, cantón La Maná provincia de Cotopaxi, en un periodo de 45 días, en el cual se determinó el mejor método de fermentación en el cacao CCN-51.

**Tabla 1.** *Condiciones Agro meteorológicas de la hacienda San Juan*

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Altitud m.s.n.m.	562,00
Temperatura medio anual °C	19,00
Humedad relativa %	90
Heliofanía, horas/luz/año %	10,4
Precipitación, mm/año	3281
Topografía	Regular
Textura	Franco Limoso

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2022)

**Fuente:** (INAMHI, 2021)

La investigación fue de tipo experimental, ya que se determinó los precursores del aroma y sabor característicos del chocolate, a través de un conjunto de actividades metódicas y técnicas que permitió recabar la información del contexto de la investigación.

En la investigación se utilizó la técnica de la observación, a fin de evitar posibles ataques de hongos o insectos que pueden afectar el proceso de fermentación de los granos de cacao para. Los datos obtenidos del proceso de fermentación fueron registrados en una libreta de campo, permitieron monitorear los cambios de temperatura y el pH de los granos de cacao. Para luego ser proceder con el análisis físicos y químicos en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) quienes identificaron el tratamiento que cumplen con las variables establecidas en la Norma INEN 176.

La tabulación de la información, se la realizó mediante el paquete informático Microsoft Excel 2021, en su distribución LTSC; mientras que la recopilación de los datos de cada variable, fue analizada mediante programa de “INFOSTAT” versión estudiantil, desarrollado por la Universidad de Córdoba de España.

**Tabla 2.** *Materiales de campo*

<b>Materiales</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Cantidades</b>
Cajas de fermentación tipo escalera	65 cm alto, 80 cm largo y 60 cm ancho	3
Cajón Trapezoidal (Madera de laurel)	60 cm de ancho x 1m de largo	3
Costales de polipropileno	-	80
Pala de madera	-	1
Carretilla plástica	-	1
Bandejas de secado	1 x 8m	18
Sacos de yute	70cm de ancho por 95 cm de alto	9
Plástico negro de polietileno 200 micras	3m x repetición	9
Piola plástica 3H	100 m	1
Navaja de injerto o bisturí	-	2
Tachos de plástico	Con una capacidad de 20 litros	2

Materia prima	500 lb x repetición	3
Mano de obra	Según el horario de remoción	9

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2022)

**Tabla 3.** *Lista de equipos*

<b>Equipos</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Cantidades</b>
Secadora de granos circular	1000 kg	1
Tamizador de granos	450 kg	1
Balanza electrónica	200 kg	1
Medidor de humedad de grano	-	1
Termómetro digital	-40 °C A 150 °C	1
Medidor de pH digital	-	1
Balanza, gramera digital	200 g	1
Cronometro	-	1

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2022)

Se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B +1. De la unión de los factores, se obtuvieron 9 tratamientos con 3 repeticiones durante 6 días, para posterior realizar el análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba Tukey con el 5% de probabilidad.

**Tabla 4.** *Factores de estudio de los tratamientos*

<b>Factor A</b> <b>(Tipos de fermentador)</b>	<b>Factor B</b> <b>(Tiempos de remoción)</b>
M1: Fermentador tipo escalera	12 horas
M2: Fermentador tipo trapezoidal rotatorio	24 horas
M3: Fermentador en sacos	36 horas

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2022)

El esquema del experimento, consta de 30 unidades experimentales, compuestas por la interacción del factor A x B.



**Tabla 5. Esquema de los tratamientos**

Tratamientos	Factor A	Factor B	Rep.	U.E.	Total
T0	Secado tradicional (testigo absoluto)	0 horas	3	1	3
T1	Fermentador tipo escalera	12 horas	3	1	3
T2	Fermentador tipo trapezoidal	12 horas	3	1	3
T3	Fermentador en sacos	12 horas	3	1	3
T4	Fermentador tipo escalera	24 horas	3	1	3
T5	Fermentador tipo trapezoidal h	24 horas	3	1	3
T6	Fermentador en sacos	24 horas	3	1	3
T7	Fermentador tipo escalera	36 horas	3	1	3
T8	Fermentador tipo trapezoidal h	36 horas	3	1	3
T9	Fermentador en sacos	36 horas	3	1	3
<b>Total</b>					<b>30</b>

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2022)

**Tabla 6. Esquema de análisis de varianza**

Fuentes de variación	Grados de Libertad	
Repeticiones	(r-1)	2
Tratamientos	(t-1)	9
Factor A (Tipos de fermentador)	(a-1)	2
Factor B (Tiempos de remoción)	(b-1)	2
Interacción A x B	(a-1)(b-1)	4
Testigo		1
Error experimental	(r-1)(t-1)	18
<b>Total</b>	<b>(r.t-1)</b>	<b>29</b>

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2022)

El área de estudio donde se colocó las unidades experimentales, tuvo una humedad controlada (80% + HR), con una cubierta y cerramiento (Plástico de invernadero), el área total de la infraestructura es de 200 metros cuadrados. Se instaló los 3 métodos de fermentación:

- 3 fermentadores de tipo escalera (3 cajones de madera blanca) con un área útil de fermentación de 3.22 metros cuadrados cada cajón,
- 3 fermentadores tipo trapezoidal con área útil de fermentación de 2.25 m<sup>2</sup> (3 cajones de madera blanca) en un área de 18 m<sup>2</sup> en piso de cemento.
- Se instaló 19 bandejas para el secado de cacao beneficiado
- En la fermentación se utilizó como materia prima al cacao en baba, con 500 libras por repetición de cada tratamiento

Finalizado el tiempo de fermentación de los tratamientos, se separaron 2 kilos de cacao fermentados para ser secados en las bandejas hasta llegar a la humedad requerida y proceder con los análisis físicos-químicos en la Estación Experimental Pichilingue.

**Tabla 7.** *Requisitos de calidad para los granos de cacao*

REQUISITOS	GRANOS DE CACAO			MÉTODOS DE ENSAYO
	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	
	1	2	3	
Humedad, máxima, % a	7	7	7	NTE INEN-ISO 2291
Peso de 100 granos, g	>130	>120 a 130	100 a120	B
Granos fermentados, min. %	75	65	53	NTE INEN-ISO 1114
Granos violetas, máximo, %	15	21	25	NTE INEN-ISO 1114
Granos pizarrosos, máximo, %	9	12	18	NTE INEN-ISO 1114
Granos mohosos, máximo, %	1	2	4	NTE INEN-ISO 1114
TOTALES (análisis sobre 100 granos), mínimo.	100	100	100	-
Granos defectuosos c,d, máximo, %	0,5	1,0	1,0	ANEXO C
Material relacionado con los granos de cacao, máximo, %	1,0	1,0	1,0	ANEXO C
Material extraño, máximo, %	0,75	0,75	0,75	ANEXO C

- 
- a** El símbolo % (por ciento) representa al número 0,01, que expresa a la fracción másica.
- b** Masa determinada por medio de una balanza u otro instrumento equivalente.
- c** Granos de cacao defectuosos (3.6) corresponden a los granos dañados por insectos, granos germinados, granos negros, granos planos-vano o granza y granos rotos.
- d** Los valores para los granos defectuosos no deben corresponder solo a los granos de cacao dañados por insectos.
- 

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2022)

**Fuente:** (INEN, 2021)

Por cada proceso de fermentación, se procedió al secado natural en bandejas con diferentes kilos por repetición y tratamiento. Se procedió a pesar y cada repetición fue depositado en fundas plástica de forma hermética con su respectiva nomenclatura sobre el tratamiento y repetición. Para determinar los costos relativos al desarrollo total del experimento, se procedió a registrar cada uno de los desembolsos realizados en el establecimiento y manejo de la fermentación de los granos de cacao, tomando en cuenta, el costo total, ingreso bruto, utilidad neta a fin de determinar la rentabilidad

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo total}} \times 100$$

### Resultados y discusión

El porcentaje de humedad requerido en los mercados internacionales según la norma INEN (2021) para la comercialización es de 6-7%; por lo que los resultado obtenidos en la presente investigación se encuentran en el rango de humedad requerido: T5 (6,23%), T8 (6,4%) y el T9 (6,03%); mientras que el T3 (4,87%) fue el que menos cumplió con el requisito. Mundaca (2016) menciona que los valores de humedad menores al 7%, propician que la testa sea muy quebradiza; mientras que los mayores a 8%, estimulan la presencia de mohos. Es decir que el T8 (6,4) es el que mejor se adapta a los requerimientos establecidos.

**Tabla 8.** *Porcentaje de humedad en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / norma INEN 176*

Tratamientos	Humedad (%)	
T0	5,80	ab
T1	5,97	ab
T2	5,80	ab
T3	4,87	b
T4	5,73	ab
T5	6,23	ab
T6	5,93	ab
T7	5,70	ab
T8	6,40	a
T9	6,03	ab
<b>Promedio</b>	5,84	
<b>CV</b>	8,19	

C/V: Coeficiente de variación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

El efecto simple representa el mejor porcentaje de humedad que se obtuvo en el M2: fermentación tipo escalera con 6,14%, con tiempos de remoción de 36 horas con 6,04%. Por tanto, el T8 es el que mejor porcentaje de humedad presenta en comparación a los demás tratamientos.

**Tabla 9.** Efecto simple del porcentaje de humedad en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / INEN 176

Factores	Humedad (%)	
<b>Factor A: Tipos de fermentador</b>		
Testigo	5,80	a
M1: Fermentador tipo escalera	5,80	a
M2: Fermentador tipo trapezoidal	6,14	a
M3: Fermentador en sacos	5,61	a
<b>Factor B: Tiempos de remoción</b>		
0 horas	5,80	a

12 horas	5,54	a
24 horas	5,97	a
36 horas	6,04	a
<b>CV %</b>	<b>9,58%</b>	

C/V: Coeficiente de variación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

Comparando el parámetro de índice de semilla de los 9 tratamientos, se estableció que, existen diferencias significativas con un promedio de 1,62 g. Según la Norma INEN 176 (INEN, 2021) los granos de cacao deben tener un peso  $> 1,30$  g para ser de grado 1. Los resultados muestran que todos los tratamientos cumplen con este requisito, con un índice en el rango de 1,47 a 1,71 g. Campoverde & Zambrano (2019) indica que la variedad de cacao CCN-51, tiene un rendimiento más alto a diferencia del cacao de tipo criollo y contiene un índice de 1,54 g.

Peñaherrera (2021) indica que en la variable índice de grano, obtuvo resultados en un rango de 1,21 y 1,36 g. Al respecto Martínez et al. (2009) califica como alto a los granos de cacao que poseen un índice  $> 1,8$  g, medio 1,4 – 1,7 g y bajo 1,3 g. Sin embargo, según la norma INEN 176, todos los tratamientos se mantienen en granos de cacao de grado 1, que se pueden referenciar en la siguiente tabla, donde se determinan los promedios según el método de fermentación y el tiempo de remoción.

**Tabla 1.** Promedio del índice de semilla en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / Norma INEN 176

Tratamientos	Índice Semilla (g)
<b>T0</b>	1,63 abc
<b>T1</b>	1,71 a
<b>T2</b>	1,69 a
<b>T3</b>	1,64 abc
<b>T4</b>	1,47 d
<b>T5</b>	1,67 abc

<b>T6</b>	1,67	ab
<b>T7</b>	1,56	cd
<b>T8</b>	1,57	bcd
<b>T9</b>	1,62	abc
<b>Promedio</b>	1,62	
<b>CV</b>	2,34	

C/V: Coeficiente de variación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

En relación al índice de semilla, se puede apreciar que el factor A y el factor B, cumplen con el parámetro establecido en la norma INEN 176 sobre el peso de 100 granos ( $>130g$ ), con porcentajes  $> 1,58g$ , datos obtenidos en granos de cacao CCN 51.

**Tabla 2.** Efecto simple del promedio de índice de semilla en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / INEN 176

Factores de estudio		Índice de semilla (g)
<b>Factor A:</b>	<b>Tipos de fermentador</b>	
	Testigo	1,63 a
	M1: Fermentador tipo escalera	1,58 a
	M2: Fermentador tipo trapezoidal	1,64 a
	M3: Fermentador en sacos	1,64 a
<b>Factor B:</b>	<b>Tiempos de remoción</b>	
	0 horas	1,63 a
	12 horas	1,68 a
	24 horas	1,61 a
	36 horas	1,58 a
	<b>CV %</b>	4,66

C/V: Coeficiente de variación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

En cuanto a los porcentajes de fermentación, siete cumplen con el parámetro mínimo de fermentación (grado 3 – 53%) establecido en la Norma INEN 176 (INEN, 2021). Los resultados más satisfactorios que superan el porcentaje mínimo para ser granos de cacao de grado 1 (75% - 15% - 9%) corresponden al método de fermentación tipo escalera, donde los tratamientos T4 Y T7 (85%) presentan el porcentaje más alto en fermentación y con el máximo (15%) en granos violeta, sin mostrar presencia de granos pizarra.

El T5 (81%) y T8 (83%) (Método de fermentación tipo trapezoidal) y el T9 (78,33%) (Método en sacos), cumplen con el requisito para ser de grado 1 en fermentación y de grado 3 en granos violeta. Peñaherrera (2021) en su investigación sobre métodos de fermentación y secado del cacao, obtuvo un 70% de fermentación en sacos. Sin embargo, indica que, para ser cacao de buena calidad, el porcentaje de grano fermentado debe de ser mayor del 80%.

**Tabla 3.** Porcentaje de los granos fermentados, violetas y pizarra en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 con la norma INEN 176.

Tratamientos	Fermentación (%)		Violeta (%)		Pizarra (%)	
<b>T0</b>	19,00	e	13,00	e	68,00	a
<b>T1</b>	61,00	cd	39,00	bc	0,00	b
<b>T2</b>	62,67	bcd	37,33	bcd	0,00	b
<b>T3</b>	59,33	d	40,67	b	0,00	b
<b>T4</b>	85,00	a	15,00	e	0,00	b
<b>T5</b>	81,00	ab	19,00	de	0,00	b
<b>T6</b>	26,00	e	74,00	a	0,00	b
<b>T7</b>	85,00	a	15,00	e	0,00	b
<b>T8</b>	83,33	a	16,67	e	0,00	b
<b>T9</b>	78,33	abc	21,33	cde	0,33	b
<b>Promedio</b>	64,06		29,1		6,83	

CV	9,87	21,65	2,67
----	------	-------	------

C/V: Coeficiente de variación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

El mejor resultado en el factor A, se obtuvo en el M1 (metodo de fermentacion tipo escalera) con promedio de 77%. En el factor B, el mejor resultado fue con remociones cada 36 horas con un 82,22%; aunque en la el T4 y T7 obtuvieron la mejor fermentación. Sin embargo, el efecto simple de los factores el mejor tratamiento en fermentacion, sería el T7, correspondiente al metodo de fermentacion tipo escalera con remociones cada 36 horas.

**Tabla 4.** Efecto simple del porcentaje de los granos fermentados, violetas y pizarra en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / INEN 176

Factores de estudio	Fermentación %	Violeta (%)	Pizarra (%)
<b>Factor A: Tipos de fermentador</b>			
Testigo	19,00	b	68,00
M1: Fermentador tipo escalera	77,00	a	0,00
M2: Fermentador tipo trapezoidal	75,67	a	0,00
M3: Fermentador en sacos	54,56	a	0,11
<b>Factor B: Tiempos de remoción</b>			
0 horas	19,00	b	68,00
12 horas	61,00	a	0,00
24 horas	64,00	a	0,00
36 horas	82,22	a	0,11
CV %	25,47	54,24	2,71

C/V: Coeficiente de variación

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

Con respecto a los granos de cacao con valores de pH en cotiledón en el rango de 4,93 a 6,28, Homem, Reís, Valle, Sodré, & Moreira (2017) indica que el pH óptimo para un cacao de calidad debe oscilar entre 5,0 y 5,4, y que el  $pH < 5,0$  presenta ácidos volátiles indeseables para el aroma y sabor del cacao, criterio que comparte Quevedo, Romero, & Tuz (2018) quienes usando cinco



métodos de fermentación, concluyen que un pH menor puede provocar aromas indeseables, además indican que los valores mayores de pH, son indicativos de una sobre fermentación; concluyendo que los mejores resultados se obtuvieron en el T5 (5,3), T6 (5) y T7 (5,03)

**Tabla 14.** Promedio de pH en testa y cotiledón en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / INEN 176

Tratamientos	pH Testa		pH Cotiledón	
T0	5,90	ab	6,60	a
T1	5,46	bc	5,88	bc
T2	5,44	bc	6,32	ab
T3	4,93	c	5,79	bc
T4	6,28	a	5,58	cd
T5	6,01	ab	5,30	cde
T6	5,66	abc	5,00	de
T7	5,83	ab	5,03	de
T8	5,90	ab	4,83	e
T9	5,37	bc	4,77	e
<b>Promedio</b>	5,67		5,51	
<b>CV</b>	4,76		3,62	

C/V: Coeficiente de variación

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

El factor A con el método de fermentación en sacos contiene un nivel de pH en testa con 5,32 y cotiledón con 5,19; mientras que en el factor B con respecto al tiempo de remoción, el mejor resultado fue cada 24 horas con 5,29 en pH de cotiledón. y cada 12 horas en pH de testa con 5,27.

**Tabla 15.** Efecto simple del promedio de pH en testa y cotiledón en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / Norma INEN 176

Factores de estudio	pH de testa	pH de cotiledón
<b>Factor A: Tipos de fermentador</b>		

Testigo	5,90	b	6,60	a
M1: Fermentador tipo escalera	5,86	a	5,50	b
M2: Fermentador tipo trapezoidal	5,78	a	5,49	b
M3: Fermentador en sacos	5,32	a	5,19	b
<b>Factor B: Tiempos de remoción</b>				
0 horas	5,90	b	6,60	a
12 horas	5,27	a	6,00	b
24 horas	5,98	a	5,29	c
36 horas	5,70	a	4,88	c
<b>CV %</b>	6,02		4,96	

**Elaborado por:** Murillo G. & Soria G. (2023)

En relación a los costos se pudo determinar, que el tratamiento de mayor inversión fue el T3 con \$445,00, mientras que el tratamiento de menor inversión fue el T8 con 398,50\$ y a la vez, fue el que obtuvo mayor utilidad con 74,00\$ y una rentabilidad del 18,57%. En cuanto al testigo absoluto, la menor inversión fue de 149,50\$, ya que la materia utilizada en esta es 1/3 de la utilizada en los fermentadores. Se tuvo una pérdida en vez de ganancia de -7,00\$, teniendo en cuenta que el ciclo de cosecha es de 8 meses al año (2/mes), así que estos datos son los resultados de utilidad 1 de 16 fermentaciones/año.

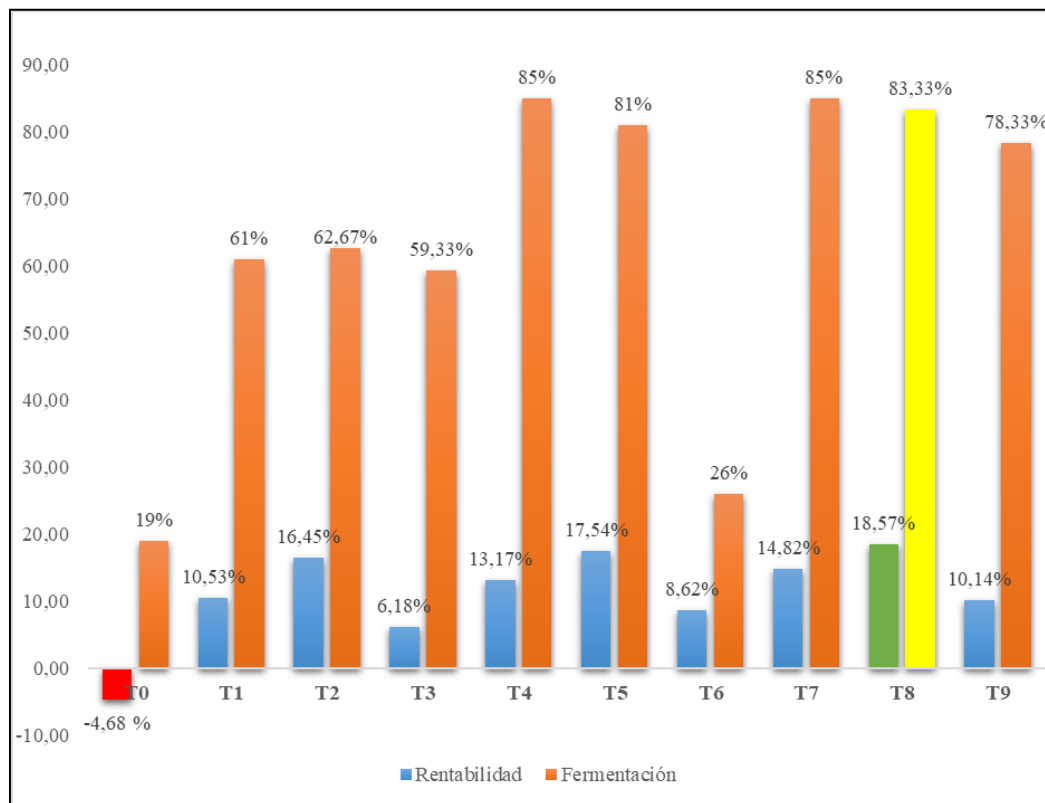
**Tabla 16.** Análisis económico del mejor tratamiento en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / Norma INEN 176

Concepto	T0	T1 (12 h)	T2 (12 h)	T3 (12 h)	T4 (24 h)	T5 (24 h)	T6 (24 h)	T7 (36 h)	T8 (36 h)	T9 (36 h)
<b>Costo</b>	149,5	427,0	405,75	445,0	417,5	402,0	435,0	411,5	398,5	429,0
<b>Total (\$)</b>	0	0		0	0	0	0	0	0	0
<b>Ingreso</b>	142,5	472,5	472,50	472,5	472,5	472,5	472,5	472,5	472,5	472,5
<b>bruto (\$)</b>	0	0		0	0	0	0	0	0	0
<b>Utilidad neta (\$)</b>	-7,00	45,00	66,75	27,50	55,00	70,50	37,50	61,00	74,00	43,50

<b>Rentabilidad (%)</b>	-4,68	10,53	16,45	6,18	13,17	17,54	8,62	14,82	18,57	10,14
-------------------------	-------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	-------

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

**Gráfico 1.** Comparación del porcentaje de rentabilidad y fermentación de los tratamientos en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao CCN 51 / Norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Relacionando el porcentaje de rentabilidad y fermentación de cada tratamiento, el mejor resultado fue la fermentación T4 y T7, que corresponden al tipo escalera con remociones de 24 y 36 horas, con un promedio de 85% de fermentación. En cuanto a rentabilidad el tratamiento más rentable fue el fermentador tipo trapezoidal T8, con remociones cada 36 horas, con un porcentaje de 18,75%. Por lo que, es los dos tipos de fermentador cumplen con el requisito establecido del porcentaje mínimo de fermentación referenciado en la NORMA INEN 176.

## Conclusiones

- Mediante el ensayo con los tres tipos de fermentación, realizadas en las instalaciones del centro de acopio de la ASOPROCANAN, se identificó que la de fermentación Tipo escalera y trapezoidal, cumplen con los parámetros de calidad de grano fermentado con un tiempo de remoción cada 36 horas. Sin embargo, luego de un análisis y comparación con otras investigaciones, se concluyó que el mejor método de fermentación es el tipo escalera pues obtuvo 85% de fermentación, que son aceptables con el porcentaje establecido por la norma INEN 176.
- Del análisis físico químico, con respecto a los tiempos de remoción, el mejor resultado obtuvo el de remoción de 36 horas, ya que donde reflejó el mejor porcentaje de granos fermentados en comparación a las remociones de 24 y 12 horas.

El tratamiento más rentable, fue el T8 con 18,57% con una utilidad de 74\$ correspondiente al M2: Método de fermentación tipo trapezoidal, con una remoción de 36 horas, ya que se utilizó menor mano de obra por contar con un equipo de fácil manejo para las remociones.

## Referencias

1. Bastidas, M. (2022). Módulo de Cacao Trapezoidal Rotatorio. Obtenido de <https://nscoral.pe/cajon-fermentador-de-cacao/>
2. Cadby, J. (2019). ¿Qué Sucede Durante la Fermentación Del Cacao? Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2019/06/28/que-sucede-durante-la-fermentacion-del-cacao/>
3. Campoverde, N., & Zambrano, G. (2019). Optimización de la fermentación y secado de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51 mediante la metodología de enfoque por procesos en la comunidad de Zhucay. Milagro. Obtenido de <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4448/1/optimizaci%c3%93n%20de%20la%20fermentaci%c3%93n%20y%20secado%20de%20cacao%20%28t%20heobroma%20cacao%20l.%29%20variedad%20ccn-51%20mediante%20l.pdf>
4. Homem, G., Reís, Q., Valle, R., Sodré, G., & Moreira, S. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y recur. agropecuarios*

- vol.4 no.12 Villahermosa. Obtenido de Scielo:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282017000300579](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282017000300579)
5. INEN. (2021). Granos de cacao. Requisitos. Obtenido de Corpalmesa:  
[https://corpalmesa.com/wp-content/uploads/2021/07/CORPALMESAnte\\_inen\\_.pdf](https://corpalmesa.com/wp-content/uploads/2021/07/CORPALMESAnte_inen_.pdf)
  6. INIAP. (2009). Manual de cultivo de cacao para la amazonía ecuatoriana. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4786/7/iniapeecam76.pdf>
  7. Ortiz, L., Graziani, L., & Rovedas, G. (2009). Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. *Agronomía Tropical*. Obtenido de Scielo: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2009000200001#:~:text=En%20el%20beneficio%20del%20cacao,se%20reduce%20el%20exceso%20de](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000200001#:~:text=En%20el%20beneficio%20del%20cacao,se%20reduce%20el%20exceso%20de)
  8. Penagos, L. (2020). Importancia de la fermentación en cacao para un chocolate de calidad. (O. D. Hincapie, Entrevistador) Obtenido de Mundo Cacao: <https://www.youtube.com/watch?v=9CV9GpG6nUI>
  9. Peñaherrera, N. (2021). Estudio de métodos de fermentación y secado del cacao. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24717/1/uce-fcq-cqa-pe%c3%91aherrera%20nancy.pdf>
  10. Portilla, A. (2020). Análisis causa-raíz de los problemas que afectan a la cadena productiva de Cacao-Chocolate. Obtenido de <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/getattachment/e727a6a4-f9d1-4de0-99f2-d0d968cacc9d/Analisis-Causa-Raiz-de-la-Cadena-Productiva-de-Cac.aspx#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20incorrecta%20puede%20dar,la%20humedad%20del%20medio%20ambiente.>
  11. Quevedo, J., Romero, J., & Tuz, I. (2018). Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma Cacaol.*) Usando cinco métodos de fermentación. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/172>

12. Teneda, W. (2016). Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L ) Variedad Nacional y Variedad CCN51. Obtenido de <https://1library.co/article/factores-influyen-fermentaci%C3%B3n-fermentaci%C3%B3n-cacao.yr3e728y>
13. World, L. (2013). Aprendiendo e innovando sobre la cosecha, fermentación y secado del cacao. Obtenido de [http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/19\\_Guia\\_8\\_Beneficiado.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/19_Guia_8_Beneficiado.pdf)

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).